

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-223147

(43)Date of publication of application : 09.08.2002

(51)Int.Cl.

H03H 9/64  
H03H 9/145

(21)Application number : 2001-019836

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND. CO. LTD

(22)Date of filing : 29.01.2001

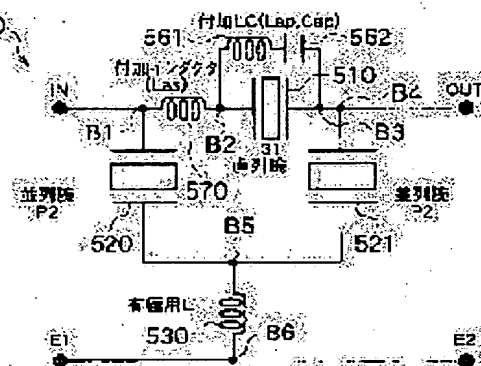
(72)Inventor : NOGUCHI KAZUSHIGE  
KOMAZAKI TOMOKAZU

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface acoustic wave filter the filter characteristic of which can be enhanced while suppressing the filter scale from being increased.

**SOLUTION:** The ladder type surface acoustic wave filter having a 1st surface acoustic wave resonator with a prescribed resonance frequency placed in a parallel arm and having a 2nd surface acoustic wave resonator with an anti-resonance frequency corresponding to the resonance frequency placed in a serial arm, is provided with a 1st impedance means that is placed in the serial arm and connected in series with the 2nd surface acoustic wave resonator and with a 2nd impedance means placed in the serial arm and connected in parallel with the 2nd surface acoustic wave resonator.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

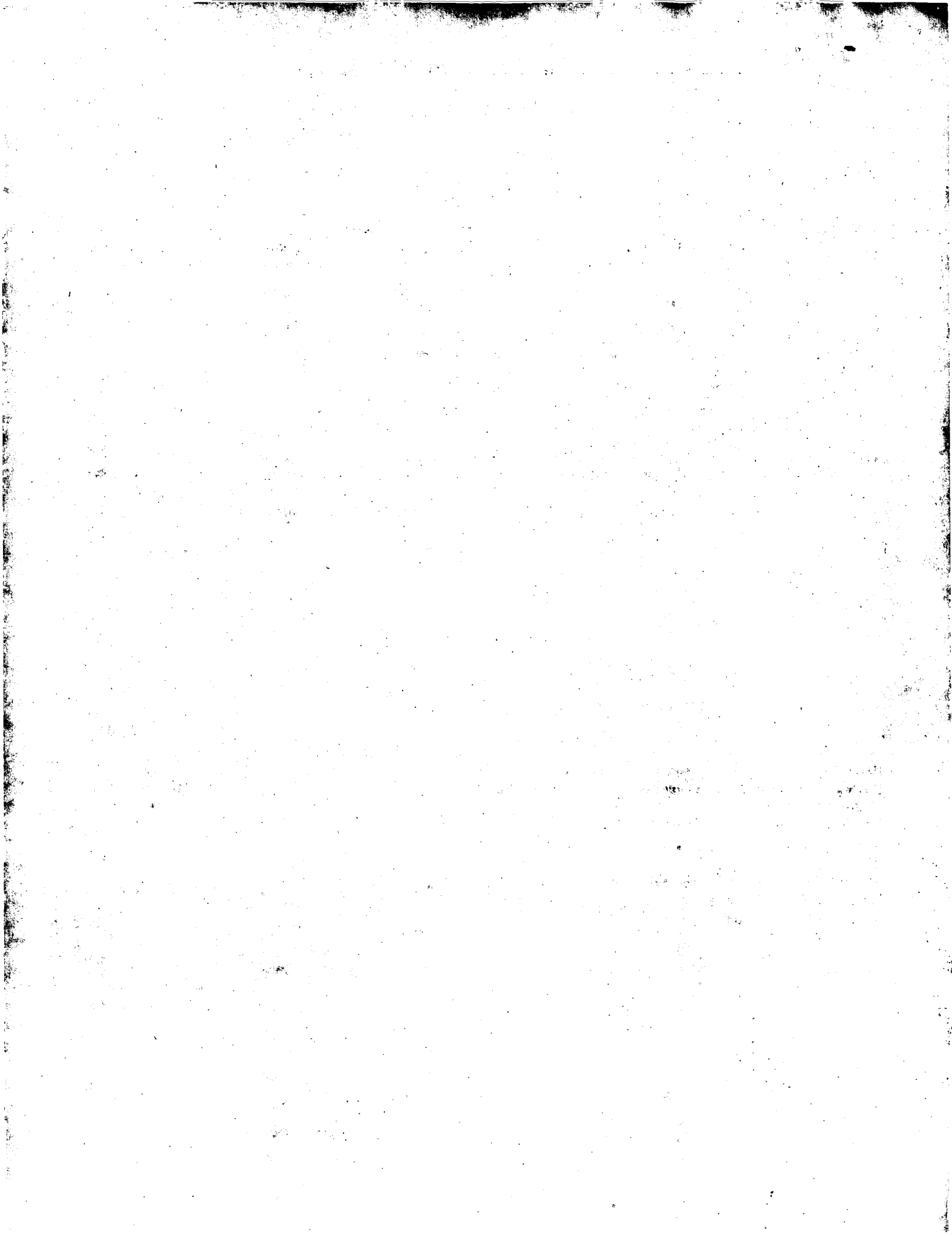
[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



特開2002-223147

(P2002-223147A)

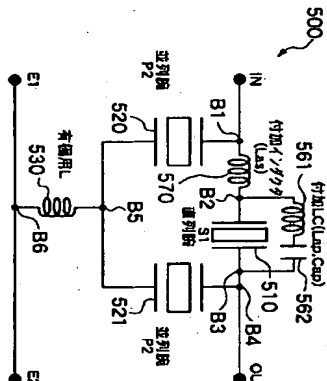
(43) 公開日 平成14年8月9日(2002.8.9)

| (6) Int. Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I       | ページ(参考)    |
|---------------------------|------|-----------|------------|
| H03H 9/64                 |      | H03H 9/64 | 2, 5, 1097 |
| 9/145                     |      | 9/145     | Z          |

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全13頁)

|           |                            |          |  |
|-----------|----------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2001-19836 (P2001-19836) | (71) 出願人 | 000000295.<br>沖電気工業株式会社<br>東京都港区虎ノ門1丁目7番12号                          |
| (22) 出願日  | 平成13年1月29日(2001.1.29)      | (72) 発明者 | 野口 和繁<br>東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内                                 |
|           |                            | (72) 発明者 | 駒崎 友和<br>東京都八王子市三崎町4番9号 株式会社テクノロジー内                                  |
|           |                            | (74) 代理人 | 弁護士 工藤 宣幸<br>Fターム(参考) 5J097 A16 A18 B011 C003 C004<br>KK03 KK04 LL01 |

- (54) 発明の名称 弾性表面波フィルタ
- (57) 要約
- 【課題】 弾性表面波フィルタについて、共振周波数の抑制しつつフィルタ特性を改善する。
- 【解決手段】 並列列に配置された所定の共振周波数を有する第1の弾性表面波共振器と、直列列に配置され、前記共振周波数に近接する反共振周波数を有する第2の弾性表面波共振器とを備えた格子型の弾性表面波フィルタにおいて、前記並列列に配置され、前記第2の弾性表面波共振器に対して直列に接続された第1のインピーダンス手段と、当該直列列に配置され、前記第2の弾性表面波共振器に対して並列に接続された第2のインピーダンス手段とを備える。



に上昇している(周波数が800MHz程度から1900MHz程度まで2倍以上に上昇しているだけでなく、通過域の帯域幅も60MHzとなり、従来より広がっている)のに前記間隔(20MHz)は変化していないことから、これまで以上に急峻なフィルタ特性が必要となる。

【0013】したがって当該PCS方式の分波器に使用されるフィルタとしては、急峻なフィルタ特性を実現しやすい誘電体フィルタが用いられる例が多く、梯子形SAWフィルタの実用化例は皆無ではないものの、わずかにとまどっている。

【0014】一方、小型化の観点では、電磁波を用いる誘電体フィルタよりも、伝播速度の速いSAW(弾性表面波)を用いるSAWフィルタのほうが原理的に有利なことは明白である。

【0015】しかしながら梯子形SAWフィルタは、現在までのところ誘電体フィルタと同等な急峻で良好なフィルタ特性を得るにはいたっていない。そのため、梯子形SAWフィルタを用いた分波器(SAW-DUP)の性能も、誘電体フィルタを用いた分波器(誘電体-DUP)に比べて低いものとなっていた。

【0016】このようなSAW-DUPの性能を誘電体-DUPと同程度にまで高めようとして、いくつかの検討がなされた結果、図9に示すような等価回路で表現することのできる梯子形SAWフィルタ900が考案された。

【0017】図9の回路構成は、図2に示した文獻4の基本区間100に對してはSAWフィルタ回路(あるいは文獻2に記載された図5の回路図に示される2段π型の梯子形SAWフィルタそのもの)に對して、3つのインダクタンスL(941, 942, 980)を接続したものである。

【0018】ただし、図9の右側型(すなわち、フィルタ特性曲線上に減衰極を有する)SAWフィルタ900によれば、従来よりもフィルタ特性を改善することは可能であるが、それでもなお、誘電体フィルタに比べて同等程度に良好で急峻なフィルタ特性を得るにはいたっていない。

【0019】また、フィルタ特性をいっそう改善するためには減衰極の数を増やすことが有効であると考えられるが、図2に示す基本区間100を多段連続接続することとで構成される梯子形SAWフィルタでは、減衰極は、通過域の低域減衰域と高域減衰域に一つずつしか現生し得ないため、フィルタ特性の改善にも限界があった。

【0020】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するために、本発明では、並列側に配置された所定の共振周波数を有する第1の弾性表面波共振器と、直列側に配置され、前記共振周波数に對する反共振周波数を有する第

機能を開示するため、ここで一度、上述した文獻4に記載されている映像パラメータ法を用いた図2の梯子形SAWフィルタ100について考えてみる。

【0030】異なる共振周波数をもつ、図2に示した直列共振器110と並列共振器120のインピーダンスの実数部を零(Q=∞)とした場合、すなわち図2の\*

$$\tanh(\gamma) = (bx/(bx-1))^{1/2} \quad \dots (1)$$

したがって、梯子形SAWフィルタの特性は、式(1)において、純虚数の場合は通過域となり、実数の場合は減衰域となる。即ち、 $0 \leq bx \leq 1$ で通過域、 $bx \geq 1$ または $bx \leq 0$ で通過域になる。式(1)の場合、通過域の損失は零で、減衰域は位相角が $(\pi/2)$ のn倍である。

【0032】上述した通り、直列共振器110の交差長を100μm、対数を100本とし、並列共振器120の交差長を70μm、対数を70本であるとした場合の図2の梯子形SAWフィルタ100の具体的な特性の例を示したものが図3である。

【0033】そしてこの図3において減衰域周波数は、通過域の高域側減衰域では直列共振器110のインピーダンスが無極点の周波数となり、通過域の低域側減衰域では、直列共振器110のインピーダンスが無限大となる。また、式(2)から各共振器の虚数部を求め、この実数部、虚数部をともに、さらに式(5)を適用することで、実際の減衰量を求めることになる。

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (2)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (3)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (4)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (5)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (6)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (7)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (8)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (9)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (10)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (11)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (12)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (13)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (14)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (15)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (16)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (17)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (18)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (19)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (20)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (21)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (22)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (23)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (24)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (25)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (26)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (27)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (28)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (29)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (30)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (31)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (32)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (33)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (34)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (35)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (36)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (37)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (38)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (39)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (40)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (41)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (42)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (43)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (44)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (45)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (46)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (47)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (48)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (49)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (50)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (51)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (52)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (53)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (54)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (55)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (56)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (57)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (58)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (59)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (60)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (61)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (62)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (63)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (64)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (65)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (66)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (67)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (68)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (69)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (70)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (71)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (72)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (73)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (74)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (75)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (76)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (77)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (78)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (79)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (80)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (81)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (82)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (83)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (84)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (85)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (86)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (87)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (88)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (89)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (90)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (91)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (92)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (93)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (94)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (95)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (96)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (97)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (98)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (99)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (100)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (101)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (102)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (103)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (104)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (105)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (106)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (107)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (108)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (109)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (110)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (111)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (112)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (113)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (114)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (115)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (116)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (117)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (118)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (119)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2)) / (1 - \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (120)$$

$$Y_0 = \omega(C_0 + C_1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2 CO) / (1 + \omega^2 L_1^2 C_1^2) \quad \dots (121)$$

$$Z = 1/Y = R + j\omega L = 1/(G + j\omega C) \quad \dots (122)$$

$$G = (\omega C_0 + \omega C_1(1 + \omega^2 L_1^2 C$$

よっても変更可能であるし、ボンディングワイヤの長さや3次元的な形状を変えることによっても変更可能である。

【0044】一方、通過域の高域側減衰帯域の減衰極周波数は、直列共振器110のインピーダンスが無限大点の周波数において生ずるので、当該減衰極周波数を変更するには直列共振器110自体の構成(1IDT(インタージェタルトランスデュース)の電極指の間隔など)を変更すること等が必要となり、すでに直列共振器110の構成が決定されてしまっているチップ形成後の段階では、減衰極周波数を変更することが不可能であった。

【0045】これに対し本実施形態は、当該チップ形成後の段階においても、通過域の高域側減衰帯域の減衰極周波数を変更することができる手段を提供するものである。

【0046】そのために本実施形態のSAWフィルタ500は、図1、または図13(A)、(B)に示したように、ここで、図13(B)は図13(A)の等価回路、入力端子1Nよりも内部に位置する接続点B1と接続点B2のあいだに、直列的に直列付加インダクタ570を配置し、接続点B2とB3のあいだに直列的に並列付加インダクタ561と付加キャパシタ562を配置している。

【0047】このような本実施形態のSAWフィルタ500は、直列共振器と並列共振器のインピーダンス関係によってフィルタ特性が決定される点で図2に示した従来のSAWフィルタ100と同様であるが、直列共振器のインピーダンスを調整し、通過域の高域側減衰帯域の減衰極周波数を変更することも可能なので、従来よりも高い自由度でフィルタ特性を制御することができる。

【0048】当該SAWフィルタ500でも、通過域の低域側減衰帯域の減衰極周波数を変更する方法は、図2のSAWフィルタ100と同様に、インダクタ530をボンディングワイヤ等で構成しその値を変更するものであるが、高域側減衰帯域の減衰極周波数を変更するには、(付加インダクタ570、)付加インダクタ561、および付加キャパシタ562を利用する。

【0049】すなわち、直列共振器510に並列に付加キャパシタ562を付加すると、そのC値(容性値)が大きいため、高域側減衰帯域の減衰極周波数は低域側に変化し、減衰傾斜は急峻になる。

【0050】また、直列共振器510に並列に付加インダクタ561を付加すると、そのL値が大きいため、高域側減衰帯域の減衰極周波数は高域側に変化し、この場合、減衰傾斜は急峻にはならないが減衰量は大きくなる。

【0051】さらに、直列共振器510に並列に付加インダクタ570を付加すると、主にフィルタのインピーダンス特性が改善される。この場合、付加インダクタ

570のL値を大きくするほど、当該SAWフィルタ500の入出力インピーダンスは大きくなる。

【0052】なお、入力端子1Nの部分や、出力端子OUTの部分などにおいて、チップをバックグランド(フレイム)に接続する場合、当該接続のためにボンディングワイヤを用いることは普通であるとも考えられるが、入力端子1Nおよび/または出力端子OUT部分のボンディングワイヤに加えて付加インダクタ570としてのボンディングワイヤも用いることで、インピーダンスの調整範囲を拡大することができると利点がある。

【0053】上述した方法によってボンディングワイヤのL値は変更することが可能であるが、その変更範囲には、上限と下限が存在し、本実施形態の付加インダクタ570は当該上限を高めることに有効である。したがって、当該付加インダクタ570は、実用上、きわめて有効である。

【0054】なお、より大きなL値が必要な場合には当該ボンディングワイヤを利用するのがよいが、より小さなL値が必要な場合にはワイヤクロストリッパを用いることが有効である(一例として、図8の等価回路において、インダクタ841や842にはボンディングワイヤを使用し、インダクタ880にはワイヤクロストリッパを使用することも可能である)。

【0055】本実施形態のSAWフィルタ500では、一例として、前記直列共振器510の構成を、交差長90(μm)、対数60(対)とし、並列共振器520と521の構成はともに、交差長86(μm)、対数60(対)であるものとする。

【0056】この場合において、例えば、前記インダクタ530は0.5(nH)、前記付加キャパシタ562は0.1(nH)、前記付加インダクタ561は0.1(nH)であってよい。

【0057】以下、上記のような構成を有する本実施形態の動作について、図10および図15を参照しながら説明する。図10はここに列挙した各定数値に対応する当該SAWフィルタ500のフィルタ特性を示すシミュレーション結果であり、図15は当該シミュレーション結果に関する要点をまとめたものである。

【0058】すなわち、図15のケースNo.1は、図10の一点鎖線で示した曲線CA11に対応し、ケースNo.2は、図10の実線で示した曲線CA12に対応し、ケースNo.3は、図10の点線で示した曲線CA13に対応する。

【0059】(A-2)第1の実施形態の動作  
ここで、図15のケースNo.1は、上述した図9の回路構成を持つSAWフィルタに関するもので、右極しなわち前記インダクタ980は有する(そのL値は、L=0.5nH)ものの、直列しなわち前記付加インダクタ570が無く、並列しなわち前記付加インダクタ5

61が無く、なおかつ並列Cすなわち前記付加キャパシタも無い。

【0060】次に、図15のケースNo.2は、図1のSAWフィルタ500から、直列しなわち付加インダクタ570を除去した構成を持つSAWフィルタに関するもの(このSAWフィルタも本実施形態の一例である)で、右極しなわち前記インダクタ530を有する(そのL値は、L=0.5nH)とともに、並列しなわち前記付加インダクタ561(そのL値は、L=0.1nH)と、並列Cすなわち前記付加キャパシタ562(そのC値は、C=0.5pF)とを備えている。

【0061】最後に、図15のケースNo.3は、図1に示す全構成要素を有するSAWフィルタ500に関するもので、直列しなわち付加インダクタ570(そのL値は、L=1.0nH)と、右極しなわち前記インダクタ530(そのL値は、L=0.5nH)と、並列しなわち前記付加インダクタ561(そのL値は、L=0.1nH)と、並列Cすなわち前記付加キャパシタ562(そのC値は、C=0.5pF)とを備えている。

【0062】ケースNo.1に比べ、ケースNo.2とNo.3では、高域側減衰帯域の減衰極周波数が10MHz以下、93.4MHzとなっている。

【0063】このことから、並列Lおよび/または並列Cによって、高域側減衰帯域の減衰極周波数をコントロールすることが可能であることが分かる。

【0064】また、低域側減衰帯域の減衰極周波数はほとんど変わっていないが、減衰量が3dBから20dBまで変化するために要する周波数幅を示す(3-20)dB周波数幅をみると、ケースNo.1に比べてケースNo.2とNo.3は、フィルタ特性(減衰傾斜)の急峻さが、低域側、高域側ともに増進していることが分かる。

【0065】すなわち、ケースNo.1では、低域側の急峻さを示す低傾斜が9.4MHzであるのに対し、ケースNo.2では8.8MHzとなり、ケースNo.3では7.6MHzと急峻さが増しており、同様に、高域側の急峻さを示す高傾斜も、ケースNo.1では14.9MHzであったものが、ケースNo.2およびNo.3ではともに、9.5MHzと急峻さが増している。

【0066】なお、通過域を示す3dB帯域幅は、ケースNo.1の41MHzに比べてケースNo.2の40.7MHzとケースNo.3の40.5MHzはわずかに狭いが、この程度の相違なら、実用上ほぼ同じとみることができる。

【0067】また、図2に示した従来のSAWフィルタ100では、図3に示すように、高域側と低域側に1つずつしか存在しなかった減衰極が、本実施形態に対応するケースNo.2やNo.3では、低域側に2つ出現している。

【0068】なお、以上に述べた例では高域側減衰帯域の減衰極周波数は低下したが、本実施形態でも、並列C

と並列Lの値の選定によっては、高域側減衰帯域の減衰極周波数を高めることも可能である。

【0069】(A-3)第1の実施形態の効果  
本実施形態によれば、前記積電体フィルタに近い、良好で急峻なフィルタ特性を備えたSAWフィルタを、小さな回路規模で構成することが可能である。

【0070】また、本実施形態によれば、すでに直列共振器(510)の構成が決定されてしまっているチップ形成後の段階などであっても、通過域の高域側減衰帯域の減衰極周波数だけでなく高域側減衰帯域の減衰極周波数も変更することが可能となり、SAWフィルタの性能(仕組)の変更時点に関する制約が少なく、自由度が向上する。

【0071】さらに本実施形態では、直列L(570)を用いて直列共振器のインピーダンスを調整することができるので、インピーダンスの変更範囲が従来よりも広がり、高性能なフィルタ特性を獲得することが容易になる。

【0072】(B)第2の実施形態  
以下では、本実施形態が第1の実施形態と相違する点についてのみ説明する。

【0073】(B-1)第2の実施形態の構成および動作  
本実施形態のSAWフィルタ600を、図6に示す。【0074】図6において図1と同一符号を付した構成要素の機能は図1と同一である。

【0075】したがって本実施形態と第1の実施形態の相違は、直列共振器と並列共振器510に並列に接続されている付加インダクタ660に関連する部分にかざられる。

【0076】第1の実施形態では、直列共振器と並列共振器510に並列に接続されているのは、インダクタ561と、キャパシタ562の2素子であったが、本実施形態ではインダクタ660の1素子だけである。

【0077】ここでは、図6上で当該インダクタ660以外のすべての構成要素は基本的にその定数(各共振器510、520、521の交差長、対数、およびインダクタ530のL値)も含めて第1の実施形態(そのケース3)と同じである。ただし、インダクタ570(すなわち直列L)のL値は、0.5nHとする。

【0078】また、前記インダクタ660(すなわち並列L)のL値は、100nHまたは200nHとする。

【0079】このような各定数を持つ場合、本実施形態のSAWフィルタ600の動作は、図11および図16に示す通りになる。

【0080】図11は前記図10に対応するフィルタ特性(シミュレーション結果)を示し、図16は前記図15に対応するもので、当該シミュレーション結果に関する要点をまとめたものである。

【0081】すなわち、図16のケースNo.1は、図1

11  
1の一点鎖線で示した曲線CA211に対応し、ケースN  
02は、図111の実線で示した曲線CA222に対応し、  
ケースN03は、図111の点線で示した曲線CA23に  
対応する。

【0082】本実施形態においても、直列Lと並列Lが  
存在しないケースN01に比べて、これらが存在するケ  
ースN02とケースN03では、フィルタの諸特性が改  
善されていることが分かる。

【0083】また、第1の実施形態では、並列Lや並列  
Cなどを設けることによって、通過域の高域側減衰帯域  
の減衰極周波数が低下したが、本実施形態では、直列L  
と並列Lを設ける（前記並列Cは設けない）ことによっ  
て、高域側減衰帯域の減衰極周波数は上昇する。

【0084】すなわち本実施形態において、ケースN01  
では944MHzであった低域側減衰帯域の減衰極周波  
数は、直列Lの値が0.5nHで並列Lの値が200n  
HであるケースN02では948MHzとなり、直列L  
の値が0.5nHで並列Lの値が100nHであるケ  
ースN03では954MHzとなっている。

【0085】なお、当該並列Lの値で実現するには大  
や200nHは、通常のパッケージ内で実現するには大  
きすぎる値であるが、これらの値は例示したもののな  
で、現実の携帯電話機などに実装する場合には、必ずし  
もこのように大きな値を用いる必要はない。

【0086】また、その他の定数の選定を変更すること  
によって、これらのL値をもっと低減することも可能で  
ある。

【0087】(B-2) 第2の実施形態の効果  
本実施形態によれば、すでに直列共振器（510）の  
構成が決定されてしまっているチップ形成後の段階など  
であっても、通過域の高域側減衰帯域の減衰極周波数だ  
けでなく高域側減衰帯域の減衰極周波数も変更すること  
が可能となり、SAWフィルタの性能（仕様）の変更時  
点に関する制約が少なく、自由度が向上する。

【0088】また、本実施形態では、第1の実施形態と  
は反対に、通過域の高域側減衰帯域の減衰極周波数を、  
高めることができる。

【0089】(C) 第3の実施形態

以下では、本実施形態が第1の実施形態と相違する点に  
ついてのみ説明する。

【0090】本実施形態は、第1の実施形態で2段 $\pi$ 型  
構成であったSAWフィルタを、4段 $\pi$ 型構成とした点  
が相違する。

【0091】(C-1) 第3の実施形態の構成および動  
作

本実施形態のSAWフィルタ700を、図7に示す。

【0092】図7において図1と同一符号を付与した構  
成要素の機能は図1と同一である。

【0093】したがって本実施形態と第1の実施形態の  
相違は、構成部分760、761、511、522、5

12  
べ、並列C1と並列C2の値が0.0pFよりも大きな  
各ケースにおいて、それぞれ低下している。

【0104】このことから、並列C1と並列C2の値を  
適切に選定することによって、高域側減衰帯域の減衰極  
周波数の低下幅をコントロールすることができるとわか  
る。

【0105】また、図17の(3-20)dB周波数幅  
をみると明らかに、フィルタ特性の高域側の急峻  
さは、ケースN01に比べてケースN02～3のほうが  
向上している。

【0106】さらに当該(3-20)dB周波数幅につ  
いて図17と図15を比較してみると、本実施形態のフ  
ィルタ特性の高域側の急峻さは、第1の実施形態に比べ  
て大きく向上していることもわかる。

【0107】なお、通過域の広さに相当する3dB帯域  
幅も、本実施形態のほうが第1の実施形態より広くなっ  
ており、良好なフィルタ特性が得られている。

【0108】(C) 第3の実施形態の効果

本実施形態によれば、回路規模は第1の実施形態よりも  
少し大きくなるものの、第1の実施形態よりも良好なフ  
ィルタ特性を得ることが可能である。

【0109】特に、フィルタ特性の高域側の急峻さは、  
第1の実施形態に比べて著しく高まる。

【0110】(D) 他の実施形態

上記第1～第3の実施形態では、説明を簡潔にするため  
に、多くの具体的な数値を示したが、これらは例示した  
ものにすぎず、本発明の適用範囲がこれらの数値によっ  
て限定されるものではない。

【0111】また、上記第1～第3の実施形態において  
は、直列共振器に対して、直列または並列にインダクタやキ  
ャパシタを接続して回路構成を変えたが、このような各  
回路構成（ただし2段 $\pi$ 型構成）を一般化すると図18  
に示す回路構成を備えたSAWフィルタ400を得るこ  
とができる。

【0112】図18において、当該SAWフィルタ400  
は、入力端子IN、E1と、出力端子OUT、E2  
と、3つのSAW共振器510、520、521と、直  
列共振器に対して直列に接続されたインピーダン  
ス部460と、インダクタ530と、6つの接続点B1  
～B6とを備えている。

【0113】このうち図1と同じ符号を付与した各構成  
部分の機能は図1と同じであってよい。

【0114】そしてインピーダンス部470にはインダ  
クタが配置されるか、または単なる配線パターンなどの  
みが存在して有効な素子は何も配置されないかのいずれ  
かである。

【0115】またインピーダンス部460には、キャパ  
シタおよび/またはインダクタが配置されることにな  
る。

【0116】一方、上記第1～第3の実施形態において  
は、直列共振器に対して、直列または並列にインダクタやキ  
ャパシタを接続して回路構成を変えることでフィルタ特  
性を種々に変化させたが、このような回路構成とフィル  
タ特性の関係についてまとめると、以下の(1)～  
(3)のことがいえる。

【0117】(1) 直列共振器と並列にキャパシタを  
付加すると、高域側減衰帯域の1（または複数の）の減衰  
極周波数は低域側に変化する。この場合、減衰傾斜は急  
峻になる。

【0118】また、このようなフィルタ特性の変化の大  
きさは、当該キャパシタのC値が大きくなるほど大き  
くなる傾向を持つ。

【0119】(2) 直列共振器と並列にインダクタを  
付加すると、高域側減衰帯域の1（または複数の）の減衰  
極の減衰極周波数は高域側に変化する。この場合、減衰  
傾斜は急峻にはならないが減衰量は大きくなる。

【0120】また、このようなフィルタ特性の変化の大  
きさは、当該インダクタのL値が大きくなるほど大き  
くなる傾向を持つ。

【0121】(3) 直列共振器と直列にインダクタを  
付加すると主にフィルタのインピーダンス特性が改善さ  
れる。

【0122】なお、本発明の適用範囲は、前記SAWフ  
ィルタ400のような2段 $\pi$ 型構成のSAWフィルタに  
限定されるものではない。一例としては、第3の実施形  
態のような4段 $\pi$ 型構成を含む。

【0123】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によ  
れば、良好で急峻なフィルタ特性を備えた弾性表面波フィ  
ルタを、小さな回路規模で構成することが可能である。

【0124】また、本発明によれば、すでに第2の弾性  
表面波共振器の構成が決定されてしまっているとして  
も、当該弾性表面波フィルタの通過域の高域側減衰帯域  
の減衰極周波数だけでなく高域側減衰帯域の減衰極周波  
数も変更することが可能となり、弾性表面波フィルタの  
性能の変更時点に関する制約が少なく、自由度が向上す  
る。

【0125】さらに本発明では、第1のインピーダン  
ス部を用いて、直列共振器のインピーダンスを調整するこ  
とができるので、インピーダンスの変容範囲が従来よりも  
広がり、高性能なフィルタ特性を獲得することが容易に  
なる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る梯子型SAWフィルタの  
回路図である。

【図2】従来の梯子型SAWフィルタの回路図である。

【図3】SAWフィルタの動作説明図である。

【図4】SAWフィルタの動作説明図である。

【図5】従来の梯子型SAWフィルタの回路図である。

【図6】第2の実施形態に係る格子型SAWフィルタの回路図である。

【図7】第3の実施形態に係る格子型SAWフィルタの回路図である。

【図8】第1の実施形態にかかる格子型SAWフィルタの等価回路図である。

【図9】説明が解決しようとする課題を説明するための格子型SAWフィルタの構成例を示す回路図である。

【図10】第1の実施形態の動作説明図である。

【図11】第2の実施形態の動作説明図である。

【図12】第3の実施形態の動作説明図である。

【図13】第1の実施形態の動作説明図である。

【図14】第1の実施形態の動作説明図である。

【図15】第1の実施形態の動作説明図である。

【図16】第2の実施形態の動作説明図である。

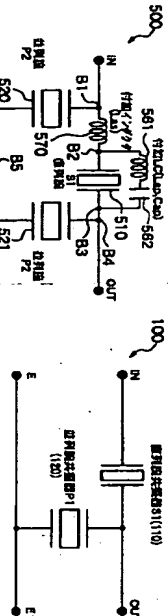
【図17】第3の実施形態の動作説明図である。

【図18】第1の実施形態にかかる格子型SAWフィルタの等価回路図である。

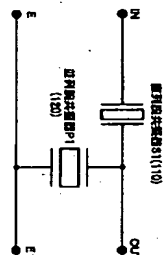
【符号の説明】

100、400、500、600、700、900…格子型SAWフィルタ、510、511、520、521、522…SAW共振器、460、470…付加インピーダンス部、530…有極用インダクタ、561、562、760、761…付加キャパシタ。

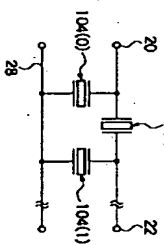
【図1】



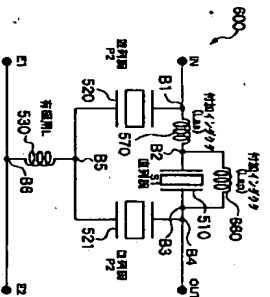
【図2】



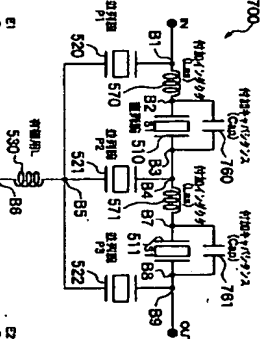
【図5】



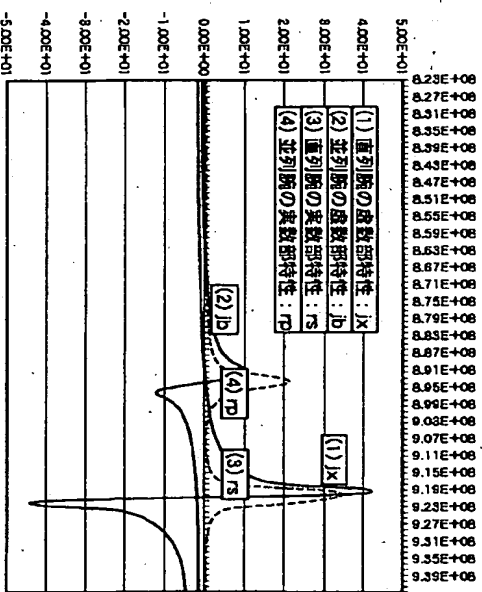
【図6】



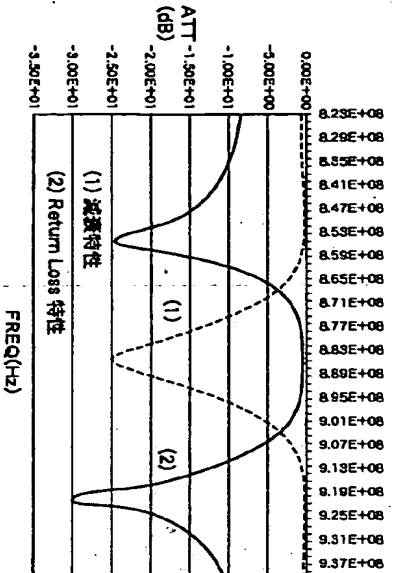
【図7】



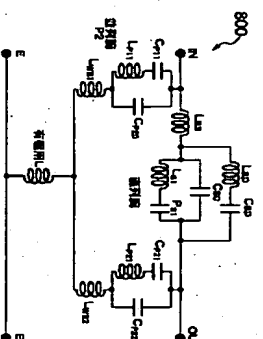
【図4】



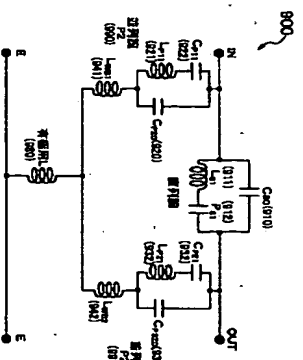
【図3】



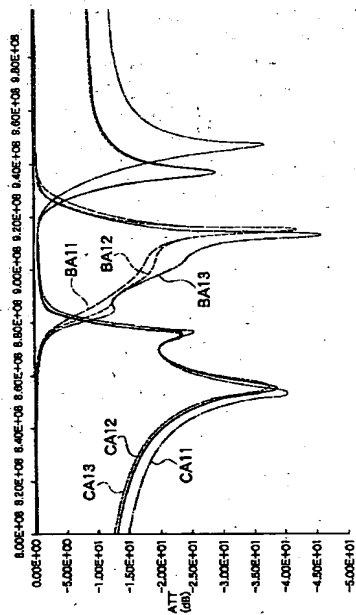
【図8】



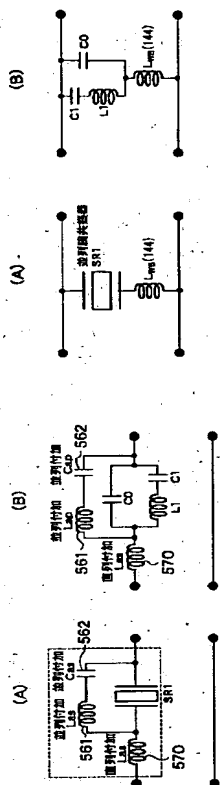
【図9】



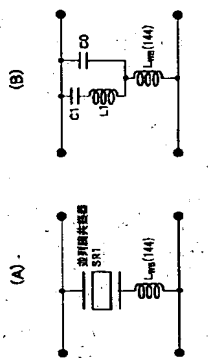
【図10】



【図13】



【図14】



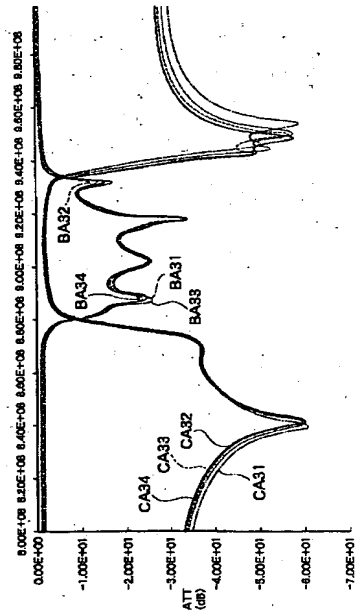
【図15】

| 直列腕の付加LC | 高域減衰帯域 (MHz) |           | 低域減衰帯域 (MHz) |           | (9-20)dB周波数 幅 (MHz) |         | 3dB帯域 幅 (MHz) |
|----------|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------------|---------|---------------|
|          | 有極 (nH)      | 直列並列 (nH) | 並列並列 (nH)    | 並列並列 (nH) | 減衰極 (1)             | 減衰極 (2) |               |
| NO       | 0            | 0         | 0            | 0         | 944                 | 872.5   | 41            |
| 1        | 0.5          | 0         | 0            | 0         | 934                 | 872.5   | 40.7          |
| 2        | 0.5          | 0         | 0.1          | 0.5       | 934                 | 872.5   | 40.5          |
| 3        | 0.5          | 1.0       | 0.1          | 0.5       | 934                 | 872.5   | 40.5          |

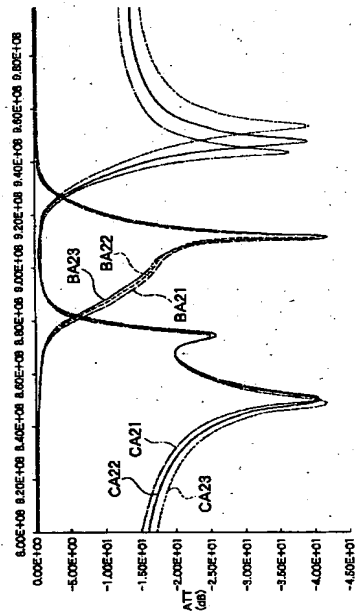
【図16】

| 直列腕の付加LC | 高域減衰帯域 (MHz) |           | 低域減衰帯域 (MHz) |           | (9-20)dB周波数 幅 (MHz) |         | 998 (MHz) 減衰 (dB) |
|----------|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------------|---------|-------------------|
|          | 有極 (nH)      | 直列並列 (nH) | 並列並列 (nH)    | 並列並列 (nH) | 減衰極 (1)             | 減衰極 (2) |                   |
| NO       | 0            | 0         | 0            | 0         | 944                 | 872.5   | 12.4              |
| 1        | 0.5          | 0         | 0            | 0         | 934                 | 872.5   | 14.2              |
| 2        | 0.5          | 0.5       | 200          | 0.5       | 948                 | 874.0   | 14.2              |
| 3        | 0.5          | 0.5       | 100          | 0.5       | 954                 | 874.0   | 16.2              |

【図12】



【図11】





【図17】

| 直列路の付加C |       |           |           |           | 高域減衰帯域 (MHz) |         | 低域減衰帯域 (MHz) |         | 幅 (MHz) |         | 3dB帯域幅 |
|---------|-------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------|--------------|---------|---------|---------|--------|
|         | NO    | 有極用 L(nH) | 直列C1 (nH) | 直列C2 (pF) | 減衰係 (1)      | 減衰係 (2) | 減衰係 (1)      | 減衰係 (2) | 低減斜 (1) | 高減斜 (1) |        |
| 1       | 0.075 | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 946          | 954     | 868.0        | 838     | 8.8     | 6.7     | 47.3   |
| 2       | 0.075 | 0.5       | 0.1       | 0.1       | 944          | 950     | 868.0        | 840.0   | 8.8     | 6.2     | 46.8   |
| 3       | 0.075 | 0.5       | 0.2       | 0.2       | 942          | 948     | 872.0        | 840.0   | 8.8     | 6.0     | 45.5   |
| 4       | 0.075 | 0.5       | 0.05      | 0.3       | 942          | 950     | 868.0        | 838.0   | 8.3     | 6.5     | 46.0   |

【図18】

